

数値解析シミュレーション 仕様書

1. 検討概要

当協会では現在に至るまで、経済産業省からの委託事業として高圧ガス設備の耐震問題に係わる下記の調査研究を実施してきている。

- ・令和元年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法の標準化・高度化及び防災・減災対策）（以下、令和元年度調査研究という）

報告書：https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000250.pdf

- ・令和4年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法のさらなる高度化に向けた調査研究）（以下、令和4年度調査研究という）

本検討は、現在当協会が進める令和5年度調査研究の一部の検討であり、令和4年度調査研究に続き、液状化対策検討のための簡易解析ならびにサイトスペシフィック地震動を適用した耐震設計に関する検討を行うものである。

なお、令和4年度調査研究の報告書は現状、公開されておらず、当協会より適宜貸与する。

2. 液状化対策検討のための簡易解析

2.1 検討概要

令和4年度調査研究では、2011年東北地方太平洋沖地震以後、地区全体の液状化対策工法として注目されている地下水位低下工法を取り上げ、事例収集等を行って高圧ガス設備への適用性について検討を行った。

この地下水位低下工法のコンビナート地区への適用を念頭に、簡易解析を実施して、高圧ガス設備の沈下量等を定量的に評価し、地下水位低下工法の高圧ガス設備への適用性について検討する。

2.2 簡易解析

以下(1)～(3)の条件で、簡易解析として2次元FEM等価線形動的解析及び2次元FEM静的残留変形解析を実施し、高圧ガス設備の沈下量等を定量的に評価する。

(1) 地盤モデル

地盤モデルは水平成層地盤とし、以下の2ケースを想定する。

- ①令和元年度調査研究で設定したモデル地盤の緩い地盤（表2-1参照）
- ②MCターミナル（神戸市東灘区）の実地盤（下記文献参照）

〔文献〕安田 進，原田健二，新川直利，有山裕亮，長谷川健太，荒木康志：性能設計に向けた合理的な締固め改良範囲に関する研究—その2：タンク基礎を対象とした場合—，第43回地盤工学研究発表会，pp.1611-1612，2008.

表 2-1 緩い地盤

GL (m)	地層名	層厚 (m)	N 値	Vs (m/s)	ρ_t (t/m ³)	G ₀ (kN/m ²)	E ₀ (kN/m ²)	ν
▽-1.5	砂(1)	1.5	7	153	1.80	4310	12060	0.400
≡-10	砂(2)	8.5	7	153	2.00	4770	14120	0.480
-15	シルト	5.0	2	126	1.70	2760	8220	0.490
-25	砂礫	10.0	45	285	2.10	17400	50460	0.450
工学的基盤			50	300	2.10	19280	55910	0.450

(2) 入力地震波

2次元 FEM 等価線形動的解析に適用する入力地震波は、令和元年度ならびに令和 4 年度調査研究で検討したコンビナート地区のサイトスペシフィック地震動である以下の 2 地震波を想定する。

①内陸活断層地震波：上町断層帯地震波

(令和元年度調査研究、堺・高石コンビナート地区、図 2-1)

②プレート境界地震波：南海トラフ地震波

(令和 4 年度調査研究、四日市コンビナート地区、図 2-2、令和 5 年度調査研究で見直し中)

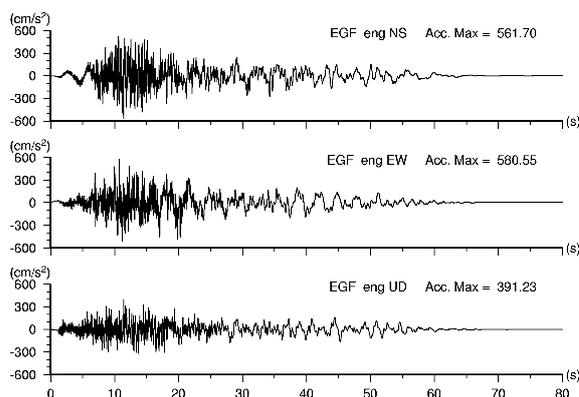


図 2-1 上町断層帯地震波

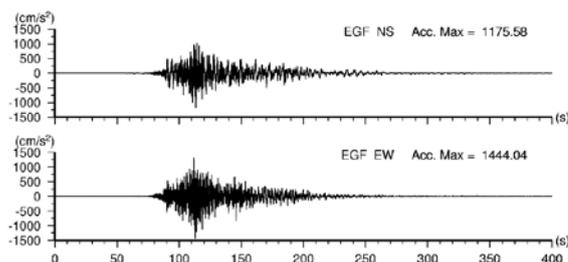


図 2-2 南海トラフ地震波

(3) その他の解析条件

簡易解析に必要なその他の条件(地下水位低下レベル、高圧ガス設備の荷重等)については、当協会と協議の上、設定する。

3. サイトスペシフィック地震動を適用した耐震設計に関する検討

3.1 検討概要

高圧ガス設備の耐震設計において、サイトスペシフィック地震動の適用拡大を図るため、高圧ガス設備が設置されることが多いコンビナート地区を対象に、サイトスペシフィック地震動の標準波について検討する。

令和4年度調査研究では、3コンビナート地区（京浜地区、四日市地区、堺・高石地区）を対象に標準波を作成したが、今年度調査研究では他の4コンビナート地区（鹿島地区、水島地区、岩国・大竹地区、周南地区）について同様の検討を行う。また、令和4年度調査研究で作成した3コンビナート地区の標準波について、適宜見直しを行う。

3.2 検討方針・内容

令和4年度調査研究と同様、図3-1に示す令和元年度調査研究で検討した設計用の地震動の設定フローに従い、4コンビナート地区（鹿島地区、水島地区、岩国・大竹地区、周南地区）のサイトスペシフィック地震動の標準波を作成する。

令和4年度調査研究で作成した3コンビナート地区（京浜地区、四日市地区、堺・高石地区）の標準波の見直しを含め、サイトスペシフィック地震動の標準波作成の検討方針・内容は以下の通りとする。

- ①標準波は対象コンビナート地区内の地点に限らず、対象コンビナート地区近傍の地震観測記録の蓄積が豊富な強震観測地点（K-NET等）での、工学的基盤位置の地震動とする。
これより、令和4年度調査研究で作成した3コンビナート地区の代表地点での標準波を見直し、強震観測地点（K-NET）において算定する。
- ②標準波として複数の地震動を選択できるように、対象地点に対して複数の地震動を作成する。
 - ・地震タイプと断層モデル（破壊プロセス）の組合せを考慮する。
 - ・一つの断層モデルに対して20～30の地震動を作成することが望ましい。業務上、全ての断層モデルに対して30程度の地震動をすることもあり得るが、その場合は、地震タイプごとに地震動の数のバランスをとることとする。
- ③サイトスペシフィック地震動の作成手法には半経験的手法のうち統計的グリーン関数法を用いることがあるが、本検討では標準波を作成することから、より厳密で広帯域の地震動を作成する必要があり、中小地震の観測記録を用いる半経験的手法のうち経験的グリーン関数法を用いることを基本とする。
 - ・中小地震の観測記録として、対象コンビナート地区近傍のK-NET等の強震観測地点の公開されている地震観測記録を用いる。
 - ・対象コンビナート地区との位置関係や地盤特性等を勘案し、適宜複数の強震観測地点の地震観測記録を用いる。

④代表地点で作成した標準波を各事業所で実際に利用する場合、事業者がサイト増幅特性を評価し適切に補正して適用する必要がある。

- ・事業所で地震観測が実施されている場合には、地震観測記録を適用してサイト増幅特性を評価し、補正する。
- ・事業所で地震観測が実施されていない場合には、ボーリング調査あるいは微動観測等によって、地盤の速度構造を同定したうえでサイト増幅特性を評価し、補正する。
- ・事業者の参考に資するため、事業所の地震観測記録を適用した場合について、令和4年度調査研究での検討結果をもとに標準波の補正の例示を行う。また一方、今年度調査研究の対象コンビナート地区および強震観測地点の適切な地点において微動観測を実施し、標準波の補正の例示を行う。

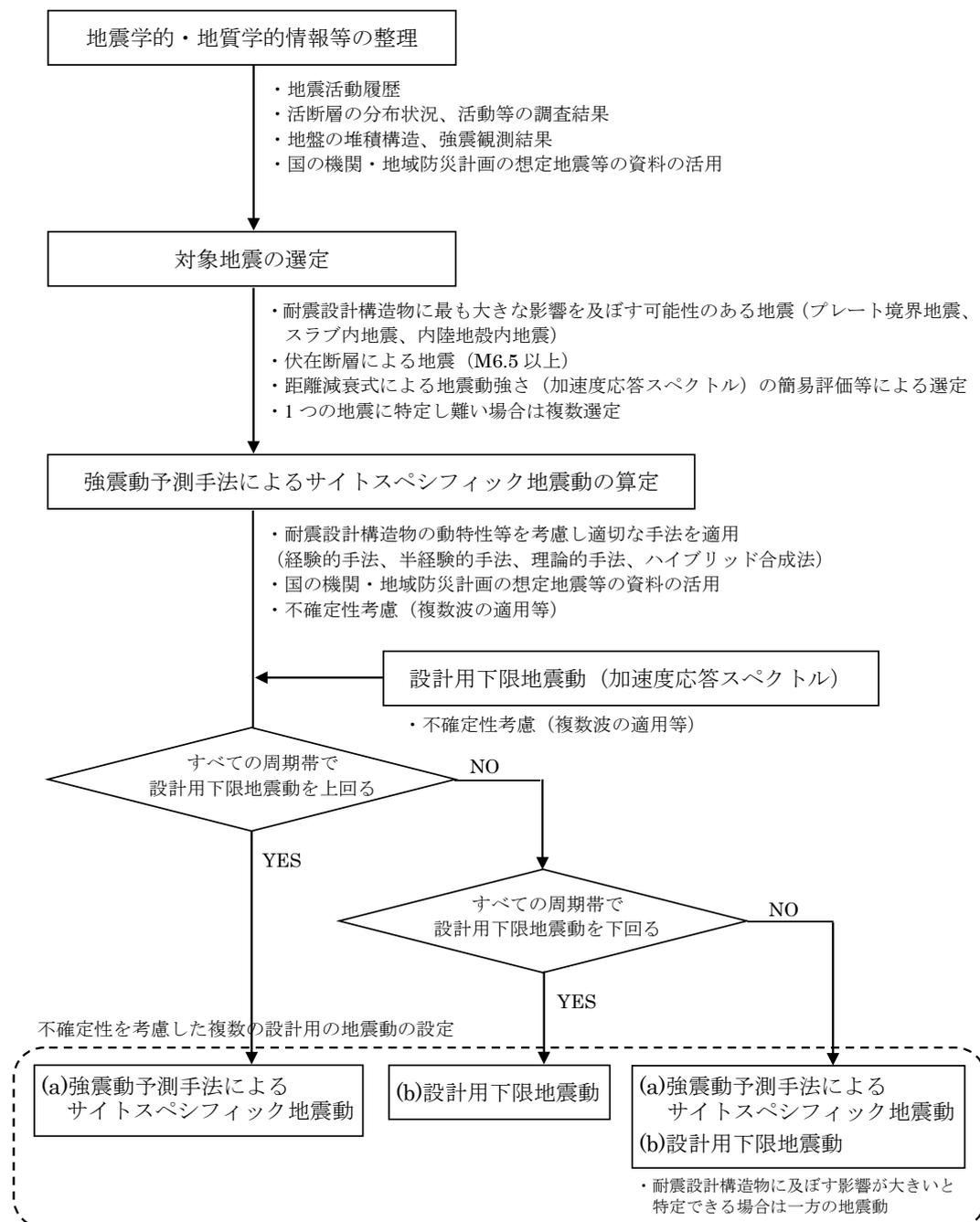


図 3-1 設計用の地震動（レベル2地震動、サイトスペシフィック地震動）の設定フロー

4. その他

本検討では、有識者による委員会を設置して検討を進めている。委員会の開催に合わせ、当協会の指示する検討書（成果）を適宜提出すること。また、委員会の指摘事項に適宜対応すること。

5. 成果物

解析データ（電子媒体）	一式
検討書（電子媒体及）	各一式
報告書（電子媒体及）	各1部

6. 納入場所

高圧ガス保安協会 保安技術部門（東京都港区虎ノ門 4-3-13）

7. 納期

令和6年2月29日